

Práctica 1. Enrutamiento

Administración de Redes

2024/2025

Índice

1. Dispositivos de Interconexión de Redes: Routers
2. Administración de Cisco IOS
3. Enrutamiento Estático
4. Enrutamiento Dinámico

Objetivos

- Conocer el funcionamiento básico del simulador (Packet Tracer)
- Conocer y comprender la arquitectura de un router
- Conocer los fundamentos del sistema operativo utilizado por routers y switches en el simulador a utilizar (Cisco IOS)
- Configurar enrutamiento estático y dinámico
- Combinar enrutamiento estático y dinámico en un mismo escenario

Dispositivos de Interconexión de Redes: Routers

Router. Conceptos Generales

- Es un dispositivo de interconexión de redes que:
 - Realiza dos funciones fundamentales:
 - Determinación de la ruta que debe seguir un paquete
 - Búsqueda del mejor camino en la tabla de enrutamiento
 - Conmutación del paquete
 - Cambia la tecnología de acceso
 - Trabaja con información de la capa de red
 - Segmenta dominios de broadcast o difusión
 - Permite el intercambio de datos entre diferentes dominios de broadcast
- Reglas de oro del funcionamiento de un router:
 - Un router nunca enruta tráfico de broadcast (dirigido a la dirección de red 255.255.255.255)
 - Dos interfaces de un mismo router no pueden tener configuradas direcciones IP que pertenezcan a ámbitos de direccionamiento que se solapen

Arquitectura

- Los routers tienen muchos de los mismos componentes de hardware y software que se encuentran en cualquier tipo de ordenador:
 - CPU
 - RAM
 - ROM
 - Almacenamiento secundario (Memoria flash)
 - Interfaces de red
 - Sistema operativo
- Aspecto externo de un router Cisco 2911



Arquitectura

- Componentes del router y sus funciones
 - CPU: La CPU ejecuta las instrucciones del sistema operativo, como la inicialización del sistema y las funciones de enrutamiento y conmutación.
 - RAM: Almacena las instrucciones y los datos necesarios que la CPU debe ejecutar:
 - Sistema operativo: el sistema operativo se carga en memoria durante el arranque.
 - Archivo de configuración en ejecución: **running-config**
 - Tabla de enrutamiento IP
 - Caché ARP
 - Búfer de paquetes
 - ROM:
 - Instrucciones de secuencia de arranque
 - Software básico de diagnóstico
 - Versión primitiva de IOS

Arquitectura

- Memoria Flash: Es una memoria no volátil que se usa como almacenamiento permanente para el sistema operativo, Cisco IOS. En la mayoría de los routers Cisco, el IOS se almacena en forma permanente en la memoria flash y se copia en la RAM durante el proceso de arranque, donde entonces es ejecutado por la CPU.
- NVRAM (RAM no volátil):
 - No pierde su información cuando se apaga el router
 - Cisco IOS usa la NVRAM como almacenamiento permanente para el archivo de configuración de inicio (**startup-config**).
 - Todos los cambios de configuración se almacenan en el archivo **running-config** en la RAM. Para guardar esos cambios en caso de que se apague o reinicie el router, la **running-config** debe ser copiada en la NVRAM, donde se almacena como el archivo **startup-config**.
 - Retiene sus contenidos incluso cuando el router se recarga o se apaga.

Arquitectura

- Puertos de administración:
 - Los routers tienen conectores físicos que se usan para administrar el router.
 - A diferencia de las interfaces WAN y Ethernet, los puertos de administración no se usan para el reenvío de paquetes.
 - El puerto de administración más común es el puerto de consola.
 - se usa para conectar un terminal para configurar el router sin necesidad de acceso a través de red para ese router.
 - El puerto de consola se debe usar durante la configuración inicial del router.



- Interfaces del router:
 - Conector físico que se encuentra en el router cuyo principal propósito es recibir y reenviar paquetes.
 - Los routers tienen muchas interfaces que se usan para conectarse a múltiples redes.

Sistema Operativo

- El sistema operativo que utilizan los routers Cisco se llama Internetworking Operative System (Cisco IOS)
 - Se almacena, habitualmente en la memoria flash, en forma de un solo archivo binario, que se carga (o se descomprime y se carga) en memoria RAM durante el proceso de arranque del router
 - Interfaces de usuario:
 - Interfaz de línea de Comandos (CLI)
 - Interfaz gráfica

Administración básica de Cisco IOS

Archivos de configuración

- Los archivos de configuración contienen comandos de IOS para personalizar la funcionalidad del dispositivo Cisco.
- Los comandos son analizados (traducidos y ejecutados) por sistema operativo cuando el administrador los introduce
- Tipos de archivos de configuración:
 - El archivo de configuración en ejecución (`running-config`), define el funcionamiento del dispositivo
 - Puede salvarse utilizando el archivo de configuración inicial
 - El archivo de configuración de inicial (`startup-config`), utilizado como configuración de respaldo y como configuración inicial en el arranque del dispositivo
 - Se almacena en NVRAM
 - Se carga en memoria RAM durante el arranque del dispositivo: `startup-config`
→ `running-config`

Modos de trabajo

- IOS dispone de una interfaz de línea de comandos estructurada en modos, cada uno de ellos relacionado con un conjunto de operaciones específicas
- Modos principales:
 - Modo usuario
 - Modo privilegiado
 - Modo de configuración global
 - Otros modos de configuración específicos

User EXEC Command-Router>

```
ping
show (limited)
enable
etc...
```

Privileged EXEC Commands-Router#

```
all User EXEC Commands
debug commands
reload
configure
etc..
```

Global Configuration Commands-Router(config)#

```
hostname
enable secret
ip route
```

```
interface ethernet
serial
bri
etc.
```

```
router rip
ospf
eigrp
etc..
```

```
line vty
console
etc.
```

Interface Commands-Router(config-if)#

```
ip address
ipx network
encapsulation
shutdown/ no shutdown
etc..
```

Routing Engine Commands-Router(config-router)#

```
network
version
auto summary
etc...
```

Line Commands-Router(config-line)#

```
password
login
modem commands
etc..
```

Configuración básica de router

- Pasos:
 - Acceso al modo de configuración
 - Nombre el router
 - Contraseñas
 - Interfaces
 - Guardar los cambios realizados

Configuración básica de router

- Acceso al modo de configuración:
 - Después de conectarse al router a través de una conexión de consola, el acceso al router se realiza en modo usuario (modo usuario):
 - No se pueden hacer cambios de configuración
 - Solamente están disponibles comandos de visualización y monitorización básica
 - El comando **enable** se usa para acceder al modo privilegiado.
 - Este modo permite acceder a comandos de visualización y monitorización avanzada, así como realizar cambios en el router.
 - En este modo, el prompt del router cambia de ">" a un "#".
 - Para volver al modo usuario básico se utiliza el comando **disable**

```
Router>enable
```

```
Router#disable
```

```
Router>
```

Configuración básica de router

- Acceso al modo de configuración:
 - Desde el modo privilegiado se puede utilizar el comando **configure terminal**
 - Proporciona acceso al modo de configuración global (parámetros globales del router)
 - Permite acceder a los modos de configuración específicos (línea, interfaz, enrutamiento,...):

```
Router# conf t
```

```
Router(config)#
```


Configuración básica de router

- Configuración del nombre del dispositivo:
 - Restricciones:
 - Comenzar con una letra
 - No incluir espacios
 - Finalizar con una letra o dígito
 - Incluir caracteres que sólo sean letras, dígitos y guiones
 - Tener 63 caracteres o menos
 - Sensible a mayúsculas y minúsculas
 - Ejemplo:

```
Router>enable
```

```
Router#configure terminal
```

```
Router(config)#
```

```
Router(config)#hostname Informatica
```

```
Informatica(config)#no hostname
```

```
Router(config)#exit
```

```
Router#
```

Configuración básica de router

- Configuración de las interfaces de un router
 - Se accede a todas las interfaces mediante el comando **interface** desde el modo de configuración global
 - Se debe indicar el tipo de interfaz y a continuación el **módulo / slot / tarjeta**
`R1(config)#interface <tipo de interfaz> <módulo/slot/tarjeta>`
 - El comando para activar una interfaz es:
`R1(config-if)#no shutdown`
 - El comando para desactivar una interfaz:
`R1(config-if)#shutdown`
 - Para salir del modo de configuración se utiliza el comando **exit**

Configuración básica de router

- Ejemplo de configuración de una interfaz GigabitEthernet:

```
Router(config)#interface GigabitEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address <dirección ip> <máscara de red>
Router(config-if)#description Descripción de la interfaz
Router(config-if)#no shutdown
```

```
Router(config)#interface GigabitEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address 172.16.0.1 255.255.0.0
Router(config-if)#description Conexión con el switch central de la
red de campus
Router(config-if)#no shutdown
```

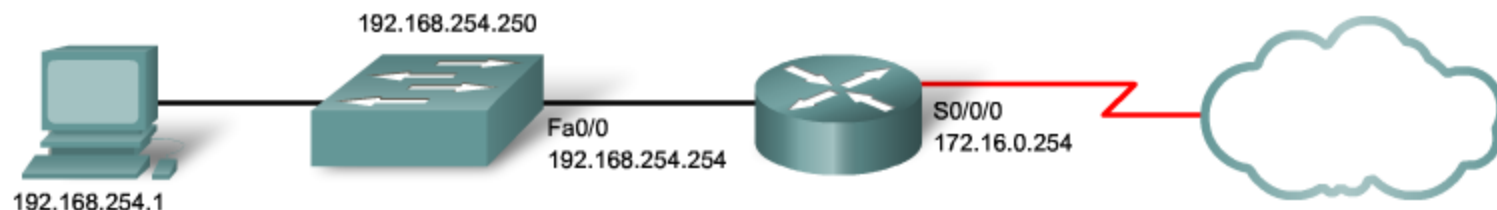
Configuración básica de red de un PC

- Parámetros básicos de configuración de una interfaz de red en un dispositivo final:
 - Dirección IP
 - Máscara de subred
 - Pasarela por defecto (si se desea que el equipo tenga comunicación fuera de su LAN)
- Comandos de verificación de conectividad:
 - `Ping`
 - `Traceroute` (Linux, IOS) / `tracert` (Microsoft)
 - `ipconfig` (Microsoft) / `ifconfig` (Linux) / `show interfaces` (IOS)

Verificación y prueba

- Comandos de verificación de conectividad:
 - **ping**: Disponible tanto en las estaciones finales como en routers y switches (modo usuario y modo privilegiado)
 - **tracert** (routers, switches, equipos finales con SO linux) / **tracert** (equipos finales con SO Microsoft)
 - **show ip interface brief** (routers y switches), muestra:
 - Interfaz
 - Dirección IP
 - OK?
 - Método de configuración
 - Estado de la interfaz (up/down) y del protocolo de enlace de datos en la interfaz (up/down)

Verificación y prueba



```
Router1#show ip interface brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	192.168.254.254	YES	NVRAM	up	up
FastEthernet0/1/0	unassigned	YES	unset	down	down
Serial0/0/0	172.16.0.254	YES	NVRAM	up	up
Serial0/0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down

```
Router1#ping 192.168.254.1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.254.1, timeout is 2 seconds:
```

```
!!!!
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/2/4 ms
```

```
Router1#traceroute 192.168.0.1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Tracing the route to 192.168.0.1
```

```
 1 172.16.0.253 8 msec 4 msec 8 msec
```

```
 2 10.0.0.254 16 msec 16 msec 8 msec
```

```
 3 192.168.0.1 16 msec * 20 msec
```



Enrutamiento Estático

Enrutamiento Estático

- Configuración de ruta estática
 - Sintaxis:

```
R1> enable
R1# configure terminal
R1(config)# ip route <red-destino> <máscara> <ip-siguiente-salto>
```
 - Si la interfaz de salida está desactivada la ruta estática no aparece en la tabla de enrutamiento

Enrutamiento Estático II

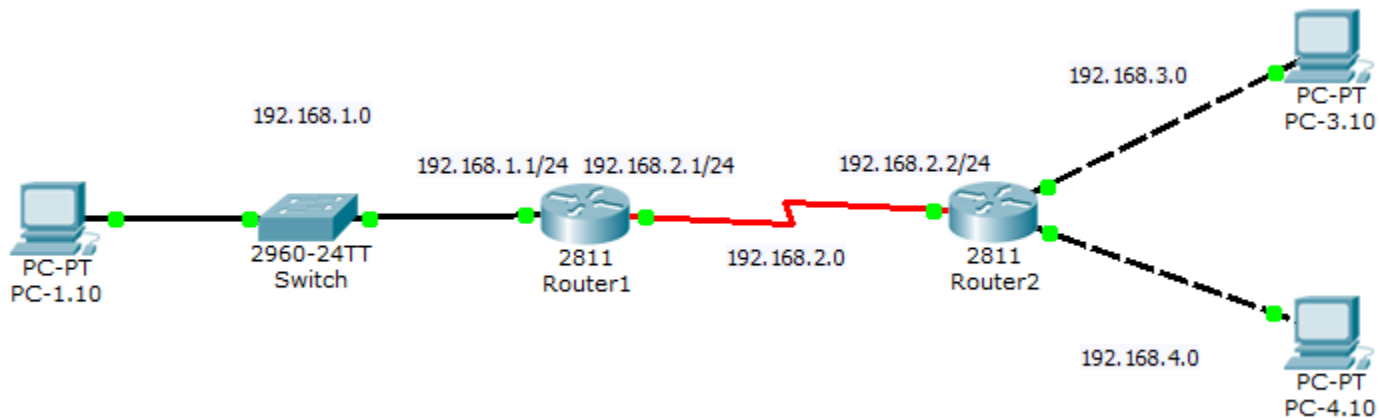
- Configuración de ruta estática

- Ejemplo:

```
R1> enable
```

```
R1# configure terminal
```

```
R1(config)# ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.2.2
```



Enrutamiento Estático III

- Configuración de ruta estática: Resultado de la configuración:

```
R1#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
```

```
...
```

```
Gateway of last resort is not set
```

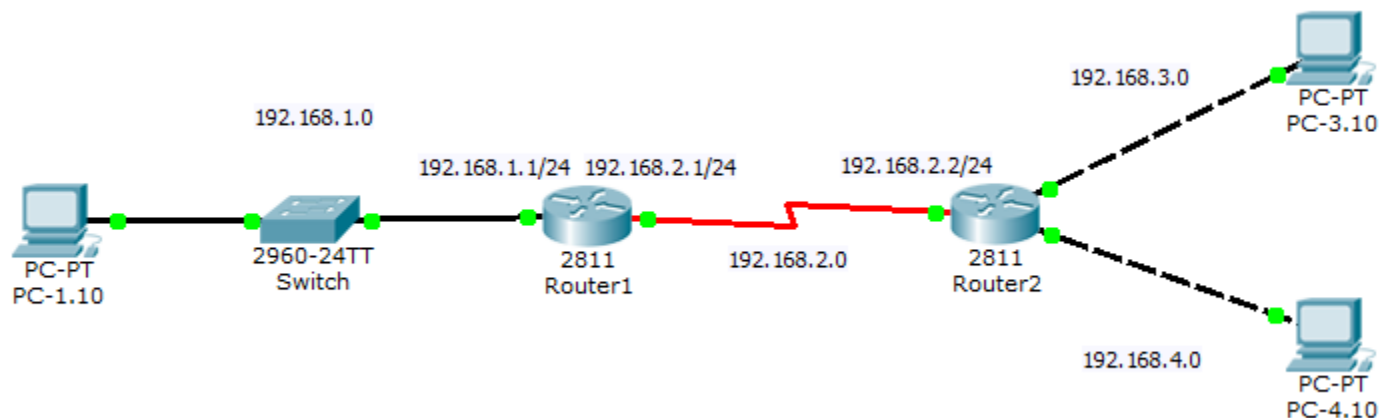
```
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
S    192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.2.2
```

```
S    192.168.4.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
R1#
```



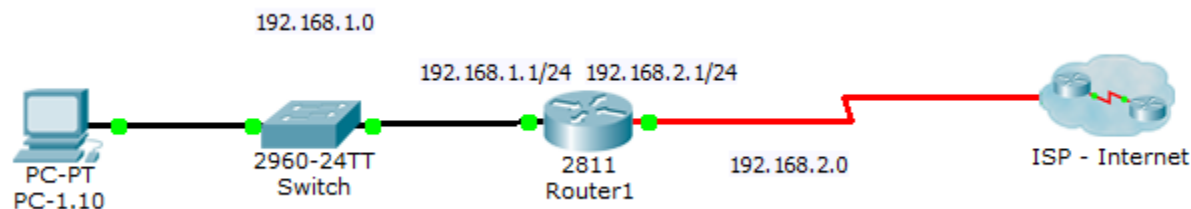
Enrutamiento Estático IV

- Rutas predeterminadas o por defecto (default-gateway)
 - Especifica la pasarela por defecto, que se utiliza cuando la tabla de enrutamiento no contiene una ruta hacia un destino
 - La dirección de red y la máscara de subred se especifican como 0.0.0.0

```
R1> enable
```

```
R1# configure terminal
```

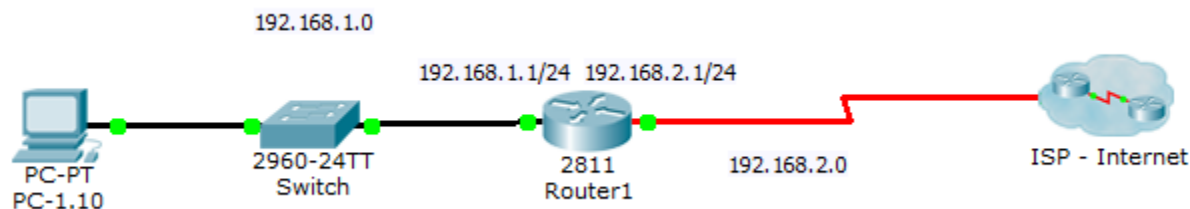
```
R1(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.2.2
```



Enrutamiento Estático V

- Configuración de ruta estática por defecto: Resultado de la configuración:

```
R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
...
Gateway of last resort is not set
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
<Si se utiliza la IP de siguiente salto>
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 192.168.2.2
<Si se utiliza la interfaz de salida>
S*   0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/0/0
R1#
```



Enrutamiento Dinámico

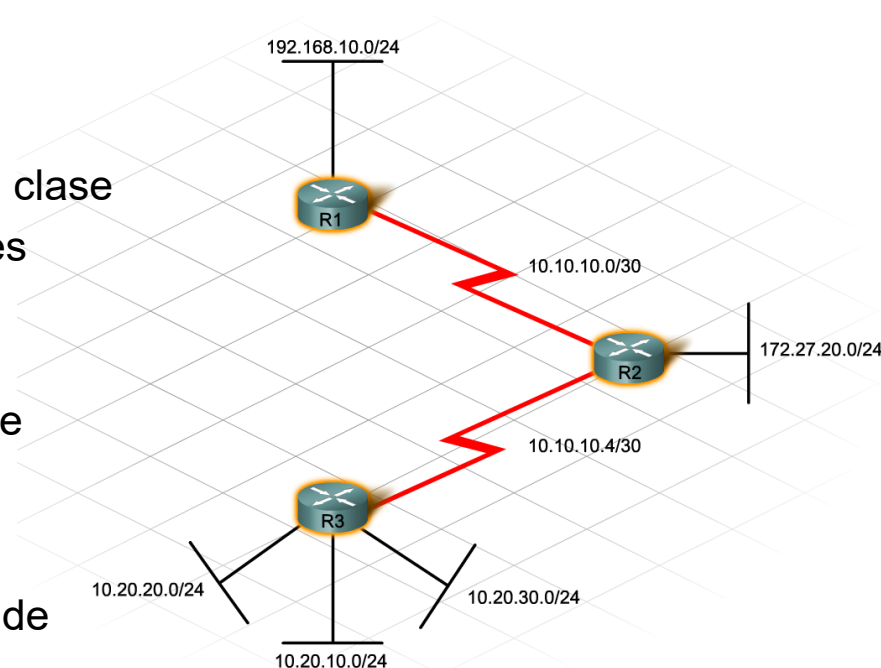
Configuración de RIP

- Configuración de RIPv2
 - La configuración de RIPv2 básica consta de tres comandos:
 - `Router(config)# router rip`
 - `Router(config-router)# version 2`
 - `Router(config-router)# network [network address]`

- ¿Cómo funciona el comando **network**?

- Solamente admite como parámetro redes de clase
- Activa el protocolo RIP en todas las interfaces que pertenezcan a la red especificada
 - Envía actualizaciones por dicha interfaz
 - Publica información de la subred a la que pertenece dicha interfaz

- ¿Cuál es la diferencia entre v1 y v2? ... en clase de teoría



Comandos de diagnóstico en RIP

- Comandos de verificación
 - `show ip route`
 - `show ip protocols`
- Comando para resolución de problemas
 - `show ip rip database`: Enumera todas las rutas que conoce RIP
 - `debug ip rip` o `debug ip rip {events}`: Muestra las actualizaciones de enrutamiento de RIP tal como fueron enviadas y recibidas en tiempo real
- Ping para la conectividad extremo a extremo
- Verificar la correcta introducción de comandos
 - `show running-config`

Problemas con RIP y sus soluciones

- **Problema:** Las dos versiones de RIP resumen automáticamente las subredes en los límites con clase. Esto provoca un problema cuando hay **subredes no contiguas**
- **Ejemplos**

Solución:

- Con RIPv1: No hay más solución que cambiar el diseño o pasar a RIPv2
- Con RIPv2 se puede deshabilitar la función de sumarización automática:

```
Router(config-router)# no auto-summary
```


Problemas con RIP y sus soluciones

- **Problema: Actualizaciones RIP por broadcast o multicast:**
 - Cuando en la configuración de RIP se indica un comando **network** para una red determinada, RIP comienza a enviar publicaciones inmediatamente a todas las interfaces que pertenecen a esa red
 - V1: las actualizaciones se envían a la dirección de difusión (255.255.255.255)
 - V2: se envían a una dirección multicast reservada para RIPv2, que es 224.0.0.9
 - Las publicaciones RIP pueden ser innecesarias por determinadas interfaces
 - Interfaces conectadas a redes de la capa de acceso, es decir, donde solamente hay usuarios finales
 - Además, la tabla de enrutamiento podría ser interceptada por un posible atacante.
- **Solución:** El comando **passive-interface**, desactiva las actualizaciones de enrutamiento en las interfaces especificadas.

```
R(config-router)# passive-interface <interface-type> <interface-num>
```

```
O
```

```
R(config-router)# passive-interface default
```

```
R(config-router)# no passive-interface <int-type> <int-num>
```

Problemas con RIP y sus soluciones

- **Problema:** RIP solamente publica información de las rutas directamente conectadas publicadas mediante el comando **network** y de las rutas que ha aprendido mediante RIP ¿Qué sucede con las rutas que se han aprendido mediante otro mecanismo (por ejemplo mediante rutas estáticas)?

Solución:

- Es necesario “inyectarlas” en el proceso de enrutamiento RIP manualmente mediante el comando

```
Router(config-router)#redistribute <protocolo/static>
```

```
Router(config-router)#redistribute static
```

Configuración de enrutamiento

- Pasos de la configuración del enrutamiento dinámico basado en RIP:
 1. Activación del protocolo
 2. Selección de la versión del protocolo RIP: version 2
 3. Activación del protocolo en las interfaces directamente conectadas
 4. Analizar si es necesario activar o desactivar la funcionalidad de autorresumen (*auto-summary*)
 5. Evaluar si es necesario activar el comportamiento de interfaz pasiva
 6. Analizar si es necesario inyectar información adicional en el protocolo de enrutamiento
 7. Desafío: ¿Cómo se puede establecer un mecanismo para confiar en las actualizaciones que envían otros routers?

Configuración de enrutamiento

- Activación del protocolo de enrutamiento RIP:

```
Router(config)# router rip
Router(config-router)# version 2
Router(config-router)# network <red_IP_directamente_conectada>
! Configuraciones opcionales
Router(config-router)# no auto-summary
Router(config-router)# passive-interface ...
Router(config-router)# redistribute static
```

Configuración de enrutamiento

- Ejemplo:

```
Router(config)# router rip
Router(config-router)# version 2
Router(config-router)# network 192.168.4.0
Router(config-router)# network 192.168.5.0
Router(config-router)# network 172.16.0.0
! Configuraciones opcionales
Router(config-router)# no auto-summary
Router(config-router)# passive-interface GigabiteEthernet 0/0
Router(config-router)# redistribute static
```